

01603
1991
FL-PP-01603



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA

CENTRO DE PESQUISA AGROFLORESTAL DA AMAZÔNIA ORIENTAL - CPATU

CURSO: "ANATOMIA E IDENTIFICAÇÃO DE MADEIRAS AMAZÔNICAS"

JOAQUIM IVANIR GOMES

Belém: 15.04.91

Joaquim Ivanir Gomes¹

INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira vem ampliando sua parcela nas exportações, principalmente de madeira serrada, atingindo com isso cerca de 32,4% das exportações do setor florestal em 1980 e, para o qual, a região norte foi responsável por cerca de 2/3 do total (IBDF 1982).

O exame anatômico é um meio seguro para a identificação de madeiras, fornecendo aos vendedores e compradores a garantia necessária do que precisam para assegurar lisura nas transações.

Record (1949) e Bastos (1973), são de opinião que os madeireiros, construtores etc., deveriam recorrer aos caracteres macro e microscópicos para certificarem-se da identidade das madeiras que compram, vendem ou utilizam a fim de garantir ao consumidor um certificado autêntico das espécies desejadas. A necessidade e importância da anatomia da madeira pode ser sentida nos frequentes problemas surgidos nas indústrias quando não se tem a identidade exata das toras.

O presente curso tem o propósito de mostrar aos participantes, as características anatômicas macro e microscópicas da madeira e o material e métodos utilizados na identificação das mesmas.

CLASSIFICAÇÃO DOS VEGETAIS

Atualmente são conhecidas cerca de 350.000 espécies vegetais que estão agrupados em diferentes sistemas de classificação tais como artificial e filogenético.

Nos sistemas artificiais, os vegetais são agrupados visando a subsidiar a identificação da madeira das coníferas (gimnospermas) e folhosas (angiospermas).

Nos sistemas filogenéticos, são consideradas as relações genéticas entre os vegetais, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento evolutivo destes. Desde os fins do século XIX, essa classificação tem sido amplamente utilizada, devido, principalmente ao seu caráter didático. Esse sistema classifica as plantas em quatro divisões principais: Talófitas, Briófitas, Pteridófitas e Espermatófitas.

Como exemplo dessas divisões tem-se:

Talófitas: reproduzem-se assexuadamente. Ex: bactérias, algas, fungos e líquens.

Briófitas: reproduzem-se sexuadamente por esporos. Ex: musgos

Pteridófitas: reproduzem-se sexuadamente por esporos (não produzem sementes), possuem tecido de condução especializada (xilema e floema), raiz, caule e folhas verdadeiras e não produzem sementes. Ex: samambaias.

Espermatófitas: reproduzem-se sexuadamente, possuem um tecido de condução especializado (xilema/floema), raiz, caule e folhas verdadeiras e produzem sementes. Neste grupo estão incluídas as angiospermas e gimnospermas.

- As angiospermas são plantas que produzem sementes inclusas num ovário. São divididas em duas classes: Monocotiledôneas (um cotilédone) e Dicotiledôneas (dois cotilédones). Cotilédones são as primeiras folhas desenvolvidas pelo embrião de uma planta fanerogâmica (reprodução por sementes). Ex: Monocotiledôneas: açaí, bambu, milho etc.

Ex: Dicotiledôneas: Castanha-do-pará, Cedro, Freijó, Mogno etc.

- As gimnospermas são plantas, arbustivas ou árvores de grande crescimento, folhas em geral aciculares ou lanceoladas (Ex: Pinus e Araucaria) a exceção do gênero Gnetum (Gnetaceae), que são elípticas e penínerves.

MA
EMBRAPA

Engler dividiu o reino vegetal em 17 divisões, dentre as quais destacam-se:

Vasculares: Pteridófitas
(samambaias)

CRİPTOGAMAS

(reprodução
por esporos)

Avasculares: Brófitas (Musgos)
Algas
Fungos
Líquens

FANERŌGAMAS

(reprodução
por sementes)

Angiosperma: Monocotiledônea
 Dicotiledônea

Gymnosperma

Angiosperma Monocotiledônea

Palmae: Açai

Graminae: Bambu, Cana-de-açúcar, Milho

Cyperaceae: Tiririca, Papiro

Juncaceae : Junco

Angiosperma Dicotyledonea

Anacardiaceae: Caju

Bombacaceae : Munguba

Boraginaceae : Freijó^{ms}

Leguminosae :-Faveira

Lecythidaceae: Castanha-do-pará

Linaceae: : Linho

Malvaceae : Malva

Meliaceae : Cedro, Mogno

Moraceae : Imbaúba

Myristicaceae: Ucuüba

Gymnosperma

Araucariaceae: Araucaria

Cupressaceae : Cupressus e Juniperus

Pinaceae : Pinus^{*}, Picea^{*}, Pseudotsuga^{*},
Larix^{*} e Cedrus.

Podocarpaceae: Podocarpus

Taxaceae : Taxus

Taxodiaceae : Sequoia, Taxodium e Cryptomeria

Gnetaceae : Enetum

* Lenho com canal resimífero.

- HISTÓRICO

As primeiras referências sobre estudos de anatomia vegetal são originárias da Grécia, atribuídas a Teofrasto (369-202 A.C.). Entre - tanto, somente no século XVII os estudos sobre Anatomia de Madeira fo- ram reconhecidos verdadeiramente, devido aos trabalhos de Grew que publicou "Idea on philosophical history of plants" (1670) e "The anatomy of plants" (1682) e aos de Marcel Malpighi que publicou a monografia "Anatome Plantarum" (1675) dedicada à Real Sociedade de Londres. Porém, só a partir de meados do século XIX é que a Anatomia de Madeira começou a ser reconhecida devido aos trabalhos de Mathieu (1814-1890) e Hermann Nordlinger (1818-1897) sendo considerados os precursores do estudo so- bre Anatomia das Madeiras.

É importante mencionar os trabalhos do professor Samuel J. Record, professor da Universidade de Yale (1910-Inglaterra) que publicou aproxi- madamente 400 trabalhos sobre madeiras e foi quem iniciou a primeira co- leção sistemática de amostras de madeira que até a data de sua morte ' compreendia 41.281 exemplares, representando aproximadamente 12.000 es- pécies. Esse pesquisador foi o criador da revista "Tropical Woods" e um dos fundadores da Associação Internacional dos Anatomistas de Madeira (IAWA) em Paris, 1931. Também merece destaque a obra de Metcalfe & Chalk (1950) com o título "Anatomy of Dicotyledons".

No Brasil é importante citar os trabalhos de Fernando Milanez , Miranda Bastos, Armando de Mattos Filho, Aranha Pereira, Calvino Mainie- ri, João Peres Chimello, Arthur Loureiro, Vera Coradin, Pedro Luiz Bra- ga Lisboa, Veronica Alfonso, Joaquim Gomes dentre outros.

- IMPORTÂNCIA

A Anatomia de Madeira é o ramo da ciência que estuda o arranjo es- trutural dos diversos elementos que constituem o lenho.

A identificação de madeiras se baseia nos caracteres anatômicos ' do lenho e processa-se sobre uma amostra do tronco e independe de quais- quer outras características do vegetal. Constitui um método ideal de iden- tificação para o comércio e a indústria. Os objetivos principais da iden- tificação de madeiras são os seguintes:

a) Constituir uma base para quaisquer estudos tecnológicos que se- jam efetuados com as madeiras, auxiliando na interpretação dos mesmos;

b) Dar subsídio a identificação botânica pela estrutura anatômica do lenho;

c) Assegurar a comercialização das madeiras, tanto no comércio nacional como internacional, evitando-se substituição de madeiras por espécies não indicadas, enganos ou até mesmo fraudes.

I- NORMAND (1950) dividiu os estudos sobre anatomia da seguinte maneira:

- a) Anatomia geral: é o estudo da constituição ou da organização do lenho. A ela interessa não só os tecidos (histologia), mais também, as células (citologia), tendo em vista determinar-lhes a origem, a forma, as dimensões, os conteúdos, a evolução e as correlações recíprocas.
- b) Anatomia Sistemática: é a parte descritiva inerente à classificação botânica. Ela compreende nomenclatura, descrição e identificação das madeiras.
- c) Anatomia Aplicada: compreende os estudos de anatomia ligados ou aplicados a outros ramos da botânica (Paleobotânica, Fisiologia, Fitopatologia e Tecnologia).
- d) Técnica Anatômica: esta parte é a base dos trabalhos de pesquisa em anatomia de madeira. Dispõe-se hoje de meios de investigação, aparelhos para suas observações, métodos para a preparação de cortes e de processos para a reprodução, encontrados em tratados gerais ou em notas esparsas, que são frutos de experiência de laboratório.

OBS: Os processos usados na identificação de madeiras são:

- a) Macroscopia (exame macroscópico com lente de 10 x)
- b) Microscopia ótica (exame microscópico em lâminas com 100 a 400 x)
- c) Chaves artificiais para macroscopia
- d) Chaves artificiais para microscopia
- e) Cartões perfurados
- f) Computação (microcomputador)

CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS MACROSCÓPICAS DA MADEIRA

1. PARÊNQUIMA AXIAL (Fig. 1)

É um tecido constituído por células curtas, de paredes finas, geralmente mais claro que a parte fibrosa do lenho. É um tecido de reserva, principalmente de amido, óleo, resina e outras substâncias ergásticas de função desconhecida.

Tipos

Paratraqueal: quando está associado aos vasos (poros)

ESCASSO : constituído por bainhas incompletas aos vasos ou está representado por células ocasionalmente dispostas na vizinhança imediata dos mesmos. Ex. *Bagassa guianensis*

VASICÊNTRICO : constituído por bainhas completas em torno de cada vaso, de largura variável. Ex: *Enterolobium* sp.

ALIFORME: constituído por expansões laterais semelhantes a asas.
Ex: *Brosimum paraense*.

ALIFORME CONFLUENTE: Parênquima coalescido sob a forma de faixas irregulares tangenciais ou diagonais (a mesma situação ocorre no ALIFORME VASICÊNTRICO)

ZONADO OU : constituído por faixas ou linhas nitidamente concêntricas, aproximadas ou não.
EM FAIXAS

Apotraqueal: quando não está definitivamente associado aos vasos.

DIFUSO: as células do parênquima se distribuem escassa ou isoladamente entre as fibras. Ex: *Hura crepitans* (Assacu)

DIFUSO as células do parênquima se dispõem em pequenos segmentos

EM AGREDADO: lineares, muito finos, aproximados, formando com os raios um trama fino e irregular. Ex: *Chrysophllum* (Sapotaceae), *Agonandra* sp.

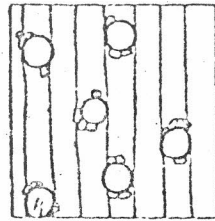
ZONADO OU Parênquima axial que se dispõe em faixas ou linhas nitidamente concêntricas aproximadas ou não. Ex: *Platonia insignis* (bacuri)

RETICULADO: Parênquima axial que se dispõe em linhas regularmente espaçadas, com a mesma largura e proximidade dos raios e formando um retículo semelhante às malhas de uma rede.
Ex: *Lecythis usitata* var. *paraensis* (castanha sapucaia)

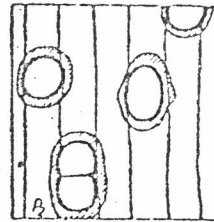
ESCALARIFORME: Dispõe-se em linhas regularmente espaçadas, mais estreitas e mais próximas do que os raios.

Ex: *Xilopia* (envira)

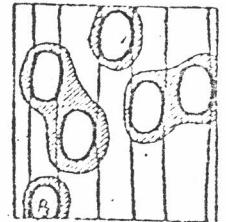
A - PARATRAQUEAL



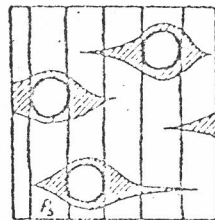
Escasso



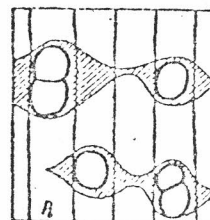
Vasicentrico



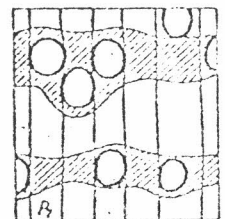
Vasicentrico
confluyente



Aliforme

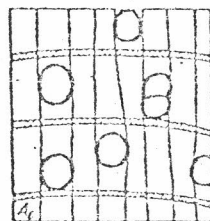


Aliforme
confluyente

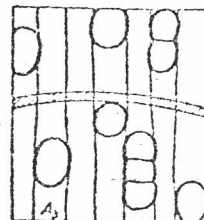


em faixas

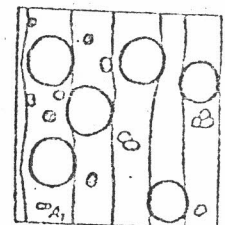
B- APOTRAQUEAL



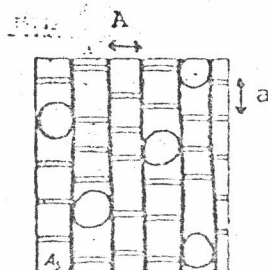
em faixas



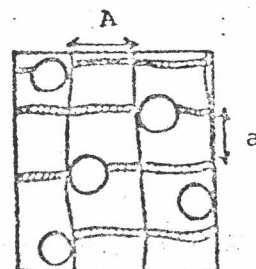
marginal
(inicial ou
terminal)



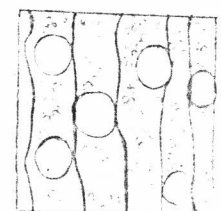
difuso



reticulado
($a=A$).



escalariforme
($A > a$)



Difuso em
agregado

Fig. 5. Tipos de parênquima axial

TERMINAL OU INICIAL: Dispõe-se em linhas ou faixas, regulares ou mais afastadas, delimitando aparentemente as camadas de crescimento. Ex. Swietenia macrophylla (mogno).

2. VASOS/POROS:

Agrupamento dos vasos (Fig. 2)

- Exclusivamente solitários ($\geq 90\%$ segundo a COPANT (1989))
- Geminados
- Múltiplos radiais

Distribuição (Fig. 2)

- Em anéis porosos (Citarexylum)
- Semi-difusa - Dalbergia spruceana
- Difusa - Dinizia excelsa

Conteúdo

Goma ou óleo, cuja cor pode ser típica, como: branco, semelhante a pó de giz (ex. Angelim vermelho)

Diâmetro dos Poros

Pequenos $< 0,1$ mm ou $100 \mu\text{m}$

Médios de $0,1$ a $0,2$ mm ou 100 a $200 \mu\text{m}$

Grandes $> 0,2$ mm ou $200 \mu\text{m}$

Frequência (N° poros/ mm^2)

Muito poucos < 5

Poucos de 5 a 20

Numerosos de 20 a 40

Muito numerosos > 40

3. RAIOS (Parênquima radial)

LARGURA

- Finos $< 0,1$ mm ou $100 \mu\text{m}$ Ex:
 - Médios de $0,1$ a $0,3$ mm ou de 100 a $300 \mu\text{m}$ Ex:
 - Largos $> 0,3$ mm ou $300 \mu\text{m}$ Ex: Louro faia
- | | |
|---|----------------------|
| { | Raios / mm |
| | muito poucos < 4 |
| | poucos de 4 a 12 |
| | numerosos > 12 |

DISPOSIÇÃO (Fig. 3)

- Estratificados
- Não estratificados

4. FIBRAS

COMPRIMENTO:

muito curtas < 900 μm
curtas 900 a 1600 μm
largas > 1600 μm

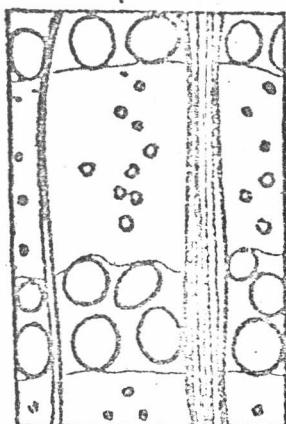
ESPESSURA DA PAREDE:

Delgadas: lúmen no máximo 3 x mais largo que o dobro da espessura da parede.

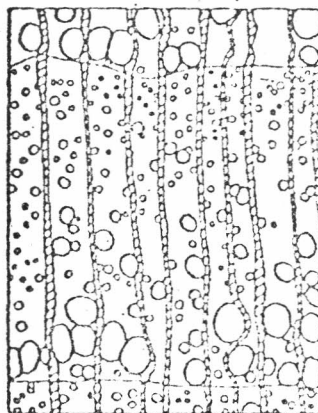
Delgadas a espessas: lúmen no máximo 3 x o dobro da espessura da parede, mas distintamente perceptível.

Muito espessas: lúmen quase totalmente imperceptível.

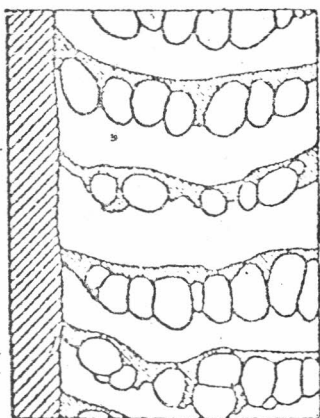
Fonte: IAWA Committee, 1989.



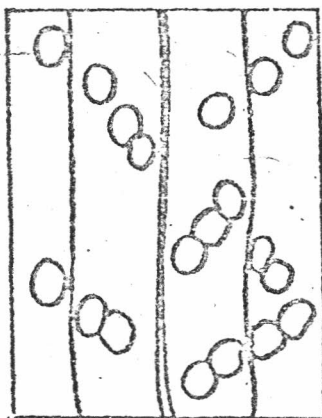
Porosidade em
anel circular



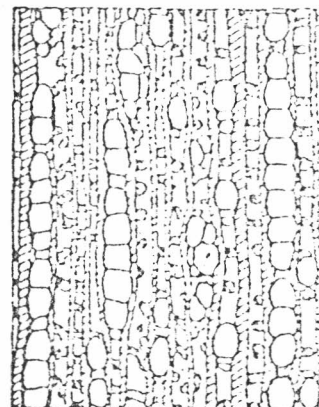
Porosidade em
anel semi-circular



Orientação
tangencial

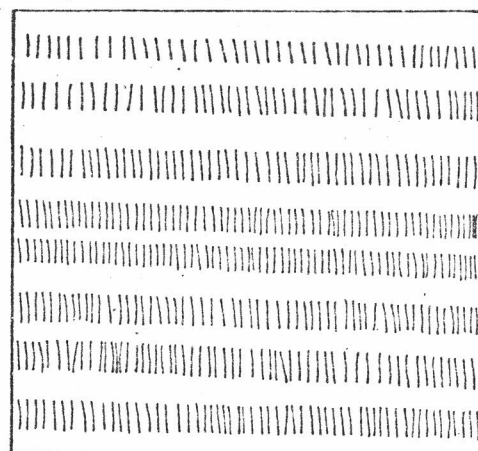


Orientação
diagonal

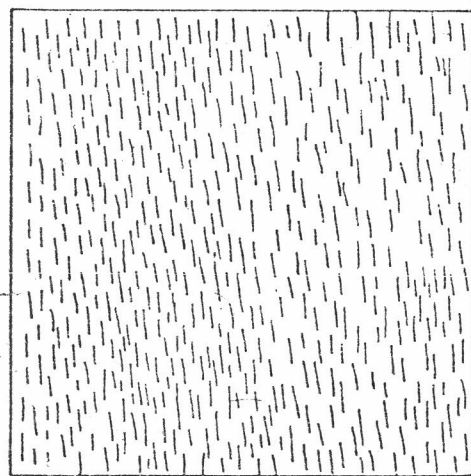


Orientação
radial

Fig.2. Aspecto dos poros segundo a sua orientação



Raios estratificados



Raios não estratificados

Fig.3. Desenho esquemático mostrando a disposição dos raios do madeiro no plano longitudinal tangencial.

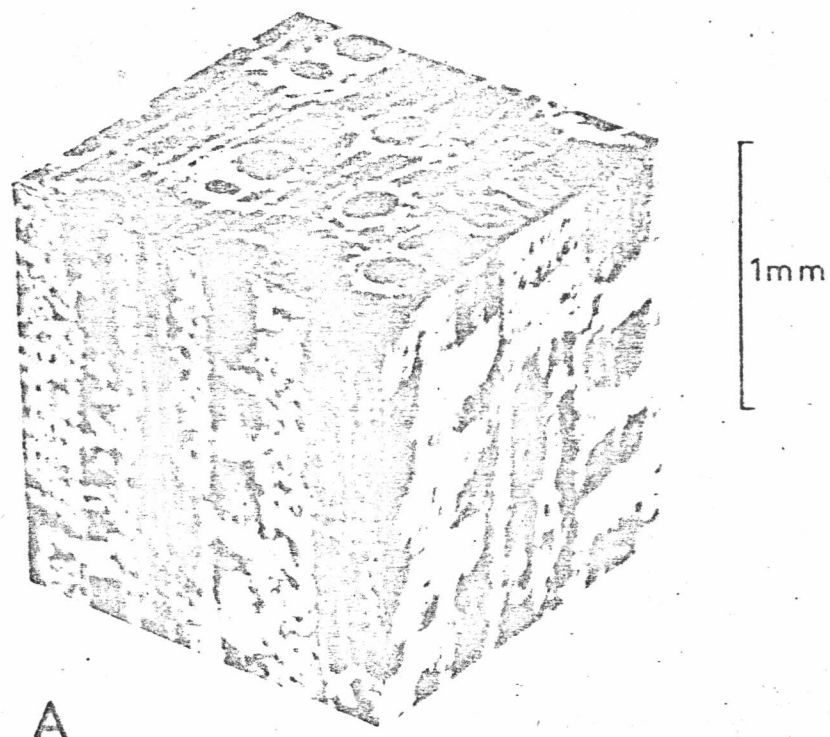
CARACTERÍSTICAS GERAIS (ORGANOLÉTICAS)

- Cor (observado na superfície tangencial do cerne).
Ex. branca (Sumaúma); Amarela (Pau amarelo); Castanha (Mogno)
- Cheiro (refere-se à madeira seca pode ser perceptível e imperceptível).
Ex. Cupiúba e Cedro.
- Gosto ou sabor (esta bastante associado ao cheiro, é mais notada).
Ex. Copaíba
- Textura: é produzida pelas dimensões dos elementos do lenho principalmente vasos e raios.
- Grã (fio): refere-se a orientação dos elementos fibrosos em relação ao eixo longitudinal da árvore. Regular (direita) e Irregular.
- Figura ou desenho (refere-se ao aspecto observado na superfície longitudinal de uma peça de madeira. Ex. Angelim rajado e Muiracatiara.
- Dureza (refere-se a maior ou menor resistência que a madeira oferece ao ser cortada pela navalha). Ex. Pau de Balsa (muito macia e Pau D'arco muito dura).
- Densidade (massa específica): refere-se à relação peso e volume de madeira no mesmo teor de umidade.
Ex. muito leve (pau de balsa) $d = 0,16 - 0,35 \text{ g/cm}^3$ (a 12% de umidade)
muito pesada (pau d'arco) $d = > 0,95 \text{ g/cm}^3$ (a 12% de umidade)

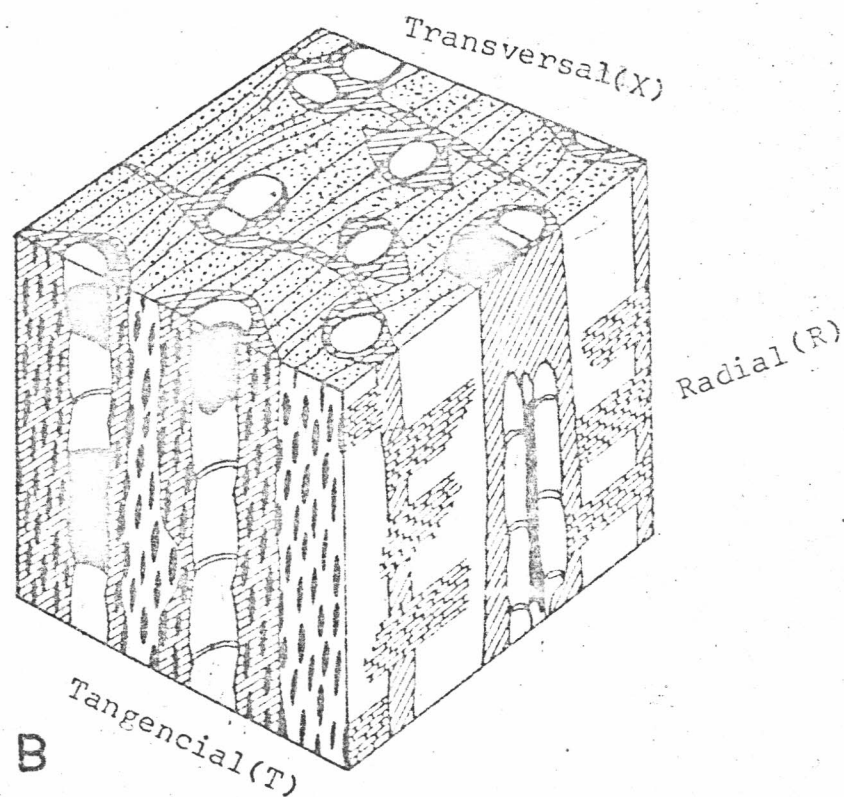
PRÁTICA I - Identificação de madeiras pelas características macroscópicas

Para a observação da estrutura das madeiras adotar-se-ão os seguintes métodos:

- Limpar a superfície da madeira com a navalha e observar com lente os seguintes elementos anatômicos tais como: parênquima axial, raios e poros (Fig. 4 e Fig. 5). O parênquima axial é o principal elemento anatômico, de coloração branca e desenhos variados (Fig. 4).
- Utilizar uma lente manual com aumento de 10x e uma navalha bem afiada obtida de lâmina de serra para metais de aço (Fig. 6). Em muitos casos o umedecimento da superfície da madeira, facilita o reconhecimento dos elementos anatômicos.
- Comparar a amostra previamente limpa (polida) com as fotografias, e ou amostras padronizadas utilizando a lente manual.
- Com uma escala de celulóide, efetuar as contagens e mensurações dos elementos anatômicos com auxílio de uma lupa (Fig. 7); umedecer quando for necessário.



A



B

Fig.4. Aspectos macrográficos da madeira nos tres planos de observação: Transversal(X), Radial(R) e Tangencial(T)

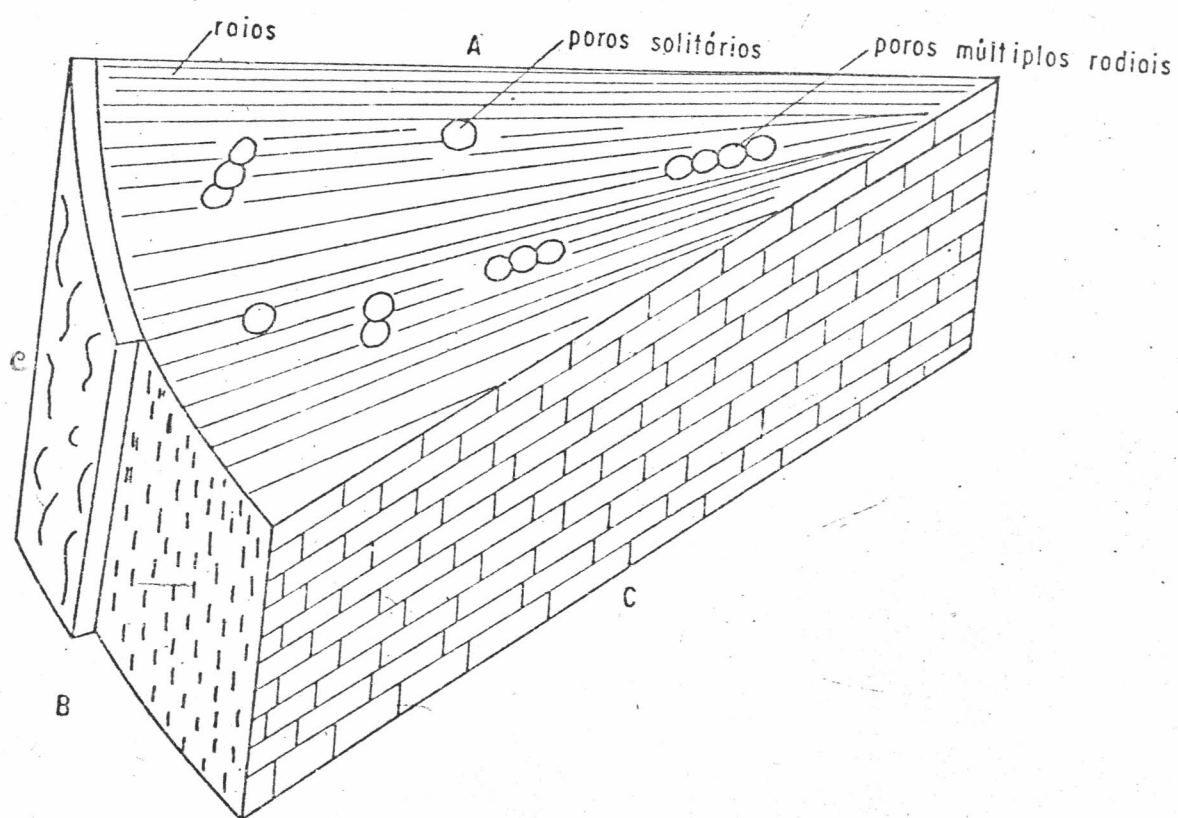


Fig. 5 . Desenho esquemático mostrando os planos de corte da madeira.
 A- plano transversal; B- plano longitudinal tangencial.
 C- plano longitudinal radial; c- casco.

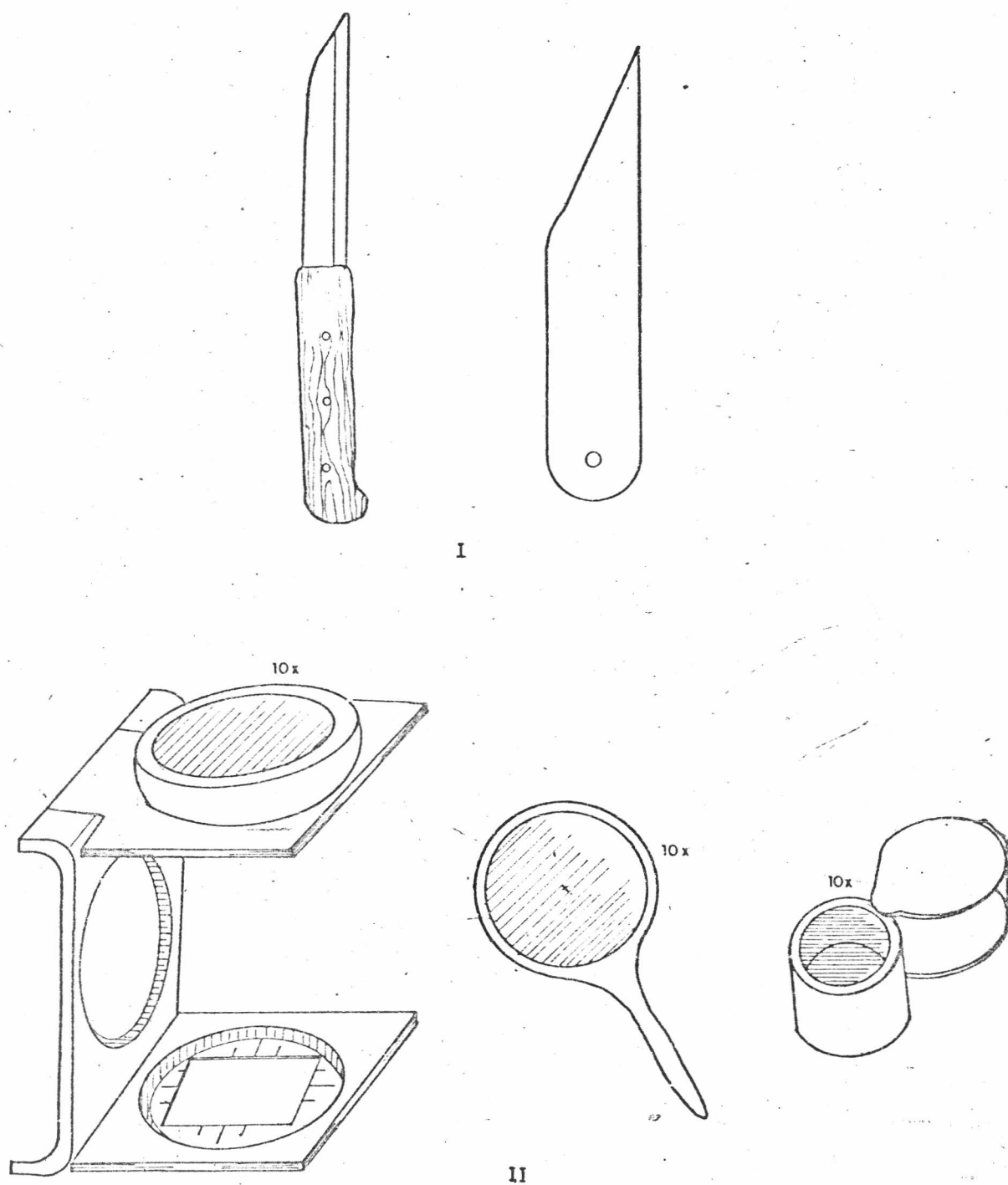


FIG. 6. Desenho esquemático mostrando o material utilizado na identificação de madeiro—I-novilhas, II-lentes.

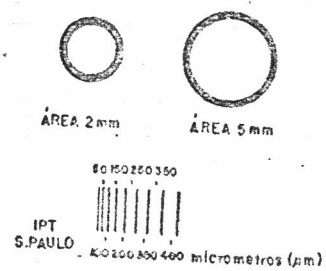


Fig. 7. Escala de celulóide ampliada

AGRUPAMENTO DAS MADEIRAS COMERCIAIS COM BASE NO PARÊNQUIMA AXIAL, RAIOS E POROS.

1. Parênquima escasso (pouco distinto)
Pau amarelo, Tatajuba
2. Parênquima vasicêntrico e vasicêntrico confluyente
Freijó, Paricá
3. Parênquima aliforme e aliforme confluyente
Acapu, Angelim vermelho, Paraparã, Pau roxo, Quaruba
4. Parênquima em faixas ou em linhas (Zonado)
Angelim pedra, Maçaranduba
5. Parênquima marginal (terminal e inicial)
Cedro, Mogno, Ucuuba
6. Parênquima difuso e sub-agregado
Piquiã, Assacu, Abiurana
7. Parênquima reticulado
Tauari, Castanha-do-parã
8. Raios largos
Louro faia, Carvalho brasileiro
9. Raios estratificados
Cumaru, Marupá
10. Poros pequenos
Pau d'arco
11. Poros médios e grandes
Cedrorana, Sumaúma
12. Poros predominantes solitários e com placas de perfuração escalari
forme. Cupiúba

CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS MICROSCÓPICAS DA MADEIRA

Para observar as características anatômicas microscópicas, prepara-se cortes anatômicos de madeira obtidos dos três planos de observação que são: Transversal (X), Tangencial (T) e Radial (R). Os cortes são obtidos em um micrótomo, depois colocados nos corantes safranina, azul de astra, crisoidin, acridin laranja. Após a desidratação, os cortes são preparados (toalete) e untados com resina sintética (Entelan) para aderência à lâmina.

Esse processo permite quantificar os elementos celulares e observar as características microscópicas qualitativas como presença de canais resiníferos, células oleíferas dentre outras.

FIBRAS: células existentes somente em madeira de folhosas (angiospermas). A parede destas podem ser finas até muito espessas. A presença de septos no lúmen também é um elemento importante na identificação. Ex. Mogno

FIBROTRAQUEÓIDE: traqueóide com aspectos de fibra. Comumente com parede espessa, lúmen estreito, extremidades em ponta e pontuações aureoladas com abertura lenticulares e lineares. O termo é aplicado tanto aos traqueóides do lenho tardio das gimnospermas, como às traqueóides semelhante a fibras das angiospermas lenhosas.

RAIOS: estes elementos tem a função de armazenamento e condução transversal de matéria nutritiva. Elas podem ser: HOMOGÊNEOS e HETEROGÊNEOS, ambos unisseriados ou multisseriados.

Raio homogêneo: são formados por um único tipo de célula.

Ex:

Raio heterogêneo: são formados por mais de um tipo de célula (procumbentes, quadradas e erectas). Ex:

CANAIS CELULARES: são conjuntos tubiformes de células parenquimatosas, com paredes próprias. Ex: Sorva (Couma), Amapá (Parahancornia amapa)

CANAIS INTERCELULARES: são estruturas tabulares de comprimento indeterminado sem paredes próprias, circundadas por células parenquimatosas especiais (células epiteliais). Ex:

CÉLULAS OLEÍFERAS: são células parenquimáticas arredondadas contendo óleo. (Ex: Lauraceas, (Batesia floribunda))

ELEMENTOS AXIAIS ESTRATIFICADOS: organização dos elementos axiais do lenho formando faixas regulares. (Ex: Marupá)

CÉLULAS ENVOLVENTES: são células erectas dos raios que tendem a formar bainha em torno das células horizontais de certos raios multiseriados. Ex: Freijó (Cordia goeldiana)

PONTUAÇÕES (VASOS): aberturas na parede da célula através das quais há circulação das substâncias líquidas. Ex: Aureoladas, Guarne^ucidas etc.

PLACAS DE PERFURAÇÃO (VASOS): ocorrem basicamente em folhas. Estas placas permitem a circulação de substâncias líquidas e podem ser simples e múltiplas (escalariforme, reticulada e efedróide).
Ex:

FLOEMA INCLUSO (lenho): é um feixe de líber incluso na massa do lenho secundário de certas dicotiledôneas. Ex: João mole. (Neea sp., família Nictaginaceae).

ESPESSAMENTO (PAREDE DAS CÉLULAS) espiralado.

Ex: Morototó (Didymopanax)

CRISTAIS: são sais de cálcio(oxalato de cálcio) encontrados principalmente em células parenquimáticas. Elas podem aparecer na forma de: RAFÍDIOS (cristais em forma de agulhas formando aglomerados compactos); DRUSAS (cristais globulosos) ACICULARES (cristais delgados em forma de agulha) e ROMBÓIDES (cristais prismáticos).

SÍLICA: são pequenos grânulos que ocorrem no interior da célula como inclusão. O elevado conteúdo de sílica na madeira pode tornar anti-econômico a conversão em toras.

INCLUSÃO EM POLIETILENOGLICOL 1000 (PEG 1000)

- 1- Ferver as amostras por 2 horas, o tempo suficiente para que as amostras fiquem no fundo do recipiente.
- 2- Tomar um Becher e dividi-lo com pincel atômico em 5 partes; colocar 1 parte de PEG completando com água (solução 20 %).

(A)



Água destilada
PEG

- 3- Deixar o material (A) numa estufa a 65°C por 3 a 4 dias.
- 4- Quando a solução atingir 1/5 do seu volume inicial, transfere-se as amostras para o PEG puro derretido. E deixa-se novamente na estufa a 65°C por 1 a 2 dias.
- 5- Retirar da estufa
- 6- Retirar as amostras do Becher e colocá-las em caixinhas de papel. Após a solidificação guardar na geladeira.
- 7- Retirar o excesso de PEG dos plocos (corpos de prova) e cortar ao micrótomo. Nesta operação não pode usar água. É conveniente utilizar 2 pincéis, um seco para obtenção dos cortes e outro úmido para desenrolar na placa de petri.

Nota: Este método é muito eficiente para madeiras com floema incluso em madeiras muito leves. Ex: João Mole (Nea sp)

MA
EMBRAPA

PRÁTICA II - Identificação das madeiras pelas características microscópicas.

Lâmina 1	<u>Pinus ayacahuite</u>	<u>Família:</u> Pinaceae
Lâmina 2	<u>Peritassa calypsoides</u>	<u>Família:</u> Hippocrateaceae
Lâmina 3	<u>Abuta splendida</u>	<u>Família:</u> Menispermaceae
Lâmina 4	<u>Maytenus boaris</u>	<u>Família:</u> Celastraceae
Lâmina 5	<u>Celtis talla</u>	<u>Família:</u> Ulmaceae
Lâmina 6	<u>Prockia crucis</u>	<u>Família:</u> Flacourtiaceae
Lâmina 7	<u>Didymopanax spruceanum</u>	<u>Família:</u> Araliaceae
Lâmina 8	<u>Ilex inundata</u>	<u>Família:</u> Aquifoliaceae
Lâmina 9	<u>Drimys brasiliensis</u>	<u>Família:</u> Winteraceae
Lâmina 10	<u>Picea chuiauana</u>	<u>Família:</u> Pinaceae

PRÁTICA III - MACERAÇÃO DE MADEIRA

As substâncias que dissolvem a lignina podem ser divididas em três grupos:

- SOLVENTES ORGÂNICOS ESPECÍFICOS: Álcoois, Fenóis, Dioxano, Dimetilsulfóxido etc.
- SOLUÇÕES AQUOSAS ÁCIDAS OU BÁSICAS: NaOH, NaOH + Na₂S, Cl₂, HNO₃, ClO₂.
- SOLUÇÕES OXIDANTES: H₂O₂, KMnO₄ etc.

O grupo a e c são empregados para estudos específicos em laboratório quando se deseja alterar o mínimo a estrutura da lignina.

O grupo b se caracteriza por reações drásticas alterando a estrutura da lignina.

MÉTODOS MAIS EMPREGADOS

- a) Método de SPEARIN & ISENBERG - Utiliza solução de Clorito de sódio e ácido acético a 90°C , por cerca de 1 hora. É um método bastante utilizado.
- b) Método de Jurbergs: a solução macerante consiste de ácido nítrico a 17%.
- c) Método de Nicholls & Dadswell: usa ácido glacial e água oxigenada (H_2O_2 como solução macerante). O tempo de maceração é usualmente 2 horas quando a madeira é tratada em banho-maria à temperatura de ebulição.
- *d) Método de Hejnowixz: utiliza-se ácido acético glacial e peridrol (solução de peróxido de hidrogênio a 30%); deixar na estufa a 60°C por 24 horas. Peróxido de hidrogênio=Água oxigenada
- *e) Método de Jeffrey: consiste em tratar a madeira à temperatura ambiente durante 24 horas com solução de ácido crômico a 10%. O método é usado para madeiras muito moles cujos elementos anatômicos podem ser prejudicados.
- *f) Método de Schultze: baseia-se na mistura de ácido nítrico concentrada com cristais de perclorato de potássio. É um método drástico e rápido. Este método foi utilizado na Xiloteca do CPATU-EMBRAPA, sendo usado ácido nítrico a 50% e a maceração se processa em 2-4 minutos.
- g) Método de Harlow: a maceração é obtida com tratamentos sucessivos à ebulição com água e cloro e solução aquosa de sulfito de sódio a 3%.

* métodos usado pelo CPATU-EMBRAPA

MÉTODO PROPOSTO POR BARRICHELO E CELSO EDMUNDO ($\text{HNO}_3 + \text{H}_3\text{COOH}$)

Procedimento para maceração pelo método Nitro-Acético

- a) Preparo da madeira: retirar amostras representativas do material a ser estudado. Estas amostras devem se constituir em partícula de madeira, de dimensões aproximada de $1,0 \times 0,1 \times 0,2$ cm (comprimento, espessura e largura). De preferência o material deve ser embebido em água antes da maceração, a fim de facilitar a difusão dos agentes macerantes.

MA
EMBRAPA

- b) Preparo da solução macerante: misturar ácido nítrico concentrado e ácido acético glacial na proporção de 1:5. Esta mistura atende satisfatoriamente a maioria dos tipos de madeira, normalmente estudadas. Em caso onde se deseja um tratamento mais suave, diluir a mistura na proporção de 1:2.
- c) Maceração propriamente dita: colocar em tubo de ensaio as partículas de madeira e um volume de mistura macerante suficiente para ter as amostras de madeira mergulhadas na mesma. Levar o conjunto para o banho-maria em ebulição dentro de capela com exaustor. O tempo de maceração depende do tipo de madeira. Normalmente varia de 1 a 3 horas. O ponto final de maceração é uma questão subjetiva do operador, que deve levar em consideração a cor que a madeira apresenta. Quando o material se apresenta branco, lavar bem com água e desintegrar o resíduo. Especial cuidado deve ser tomado pois o método é relativamente drástico e se a reação não for interrompida a tempo, pode haver ataque nas paredes celulares.

Fonte: Processo Nítrico-Acético para maceração de madeira pg. 732-33
Luiz E.G. Barrichelo e Celso Edmundo B. Foelkel
In: Silvicultura Jan/Fev. 1933 nº 28.

MA

EMBRAPA

NOMES CIENTÍFICOS DA ESPÉCIES ESTUDADAS

AMAPÁ	<u>Parahancornia amapa</u>	Apocynaceae
ANGELIM RAJADO	<u>Pithecelobium racemosum</u>	Leguminosae
ANGELIM VERMELHO	<u>Dinizia excelsa</u>	Leguminosae
ASSACU	<u>Hura crepitans</u>	Euphorbiaceae
ACAPU	<u>Vouacapoua americana</u>	Leguminosae
ACAPURANA	<u>Batesia floribunda</u>	Leguminosae
ABIURANA	<u>Chrysophyllum</u> sp	Sapotaceae
CARVALHO BRASILEIRO	<u>Quercus</u> sp	Fagaceae
CASTANHA-DO-PARÁ	<u>Bertholletia excelsa</u>	Lecythidaceae
CASTANHA SAPUCAIA	<u>Lecythis usitata</u> var. <u>paraensis</u>	Lecythidaceae
CEDRO	<u>Cedrella odorata</u>	Meliaceae
CEDRORANA	<u>Cedrelinga catenaeformis</u>	Leguminosae
COPAÍBA	<u>Copaifera duckei</u>	Leguminosae
CUMARU	<u>Dipteryx odorata</u>	Leguminosae
CUPIÚBA	<u>Goupia glabra</u>	Celastraceae
ENVIRA	<u>Xilopia</u> spp	Annonaceae
FREIJÓ	<u>Cordia goeldiana</u>	Boraginaceae
JACARANDÁ-DO-PARÁ	<u>Dalbergia spruceana</u>	Leguminosae
JOÃO MOLE	<u>Neea</u> spp	Nictaginaceae
LOURO FAIA	<u>Euplassa pinata</u>	Proteaceae
MAÇARANDUBA	<u>Manilkara huberi</u>	Sapotaceae
MARUPÁ	<u>Simaruba amara</u>	Simaroubaceae
MOGNO	<u>Swietenia macrophylla</u>	Meliaceae
MOROTOTÓ	<u>Didymopanax morototoni</u>	Raliaceae
MUIRACATIARA	<u>Astronium lecointei</u>	Anacardiaceae
PARAPARÁ	<u>Jacaranda copaia</u>	Bignoniaceae
PAU AMARELO	<u>Euxylophora paraensis</u>	Rutaceae
PAU DE Balsa	<u>Ochroma lagopus</u>	Bombacaceae
PAU D'ARCO	<u>Tabebuia serratifolia</u>	Bignoniaceae
PAU ROXO	<u>Peltogyne</u> sp	Leguminosae
PARICÁ	<u>Schizolobium amazonicum</u>	Leguminosae
PIQUIÁ	<u>Caryocar villosum</u>	Caryocaraceae
QUARUBA	<u>Vochysia</u> sp	Vochysiaceae
SORVA	<u>Couma macrocarpa</u>	Apocynaceae
SUMATMA	<u>Ceiba pentandra</u>	Bombacaceae
TATAJUBA	<u>Bagassa guianensis</u>	Moraceae
TAUARI	<u>Couratari pulchra</u>	Lecythidaceae

BIBLIOGRAFIA

- ARAÚJO, P.A.M. & FILHO, A.M. A importância da anatomia do lenho para comercialização da madeira. In: Rodrigues, 53. Rio de Janeiro, 1980. p. 315-20.
- BARRICHELO, L.E.B. & FOELKEL, E.B. Processo nitrítico acético para maceração de madeira. In: Silvicultura, Jan./Fev. 1983. nº 28 . p. 732-33.
- COPANT. Descripcion de características generales macroscópica e microscópica de las maderas Angiospermas Dicotiledoneas, s.l., 1937. 19p. (,imeo.).
- COPANT. Procedimentos em estudos de anatomia da madeira para Angiospermae. Curitiba. Nov, 1989. 15 p.
- DIVISÃO DE MADEIRAS-IPT. Madeira: O que é e como pode ser processada e utilizada. São Paulo, Boletim ABPM 36, 189 p.
- IAWA COMMITTEE. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA bull. n.s. 10(3): 219-332.
- LISBOA, P.L.B. Curso de anatomia de madeira. Manaus-AM. 1978. 69 p.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L. Anatomy of the dicotyledons. Oxford, Clarendon Press, 1950. 2v.
- MILANEZ, F.R. & BASTOS, A.M. Glossário dos termos usados, em anatomia de madeiras. Rio de Janeiro, s. ed. 1960. 27p.
- RICHTER, H. & BURGER, L.M. Anatomia de madeira. Departamento de Engenharia e Tecnologia Rural, Curitiba, 1978. 76p. Apostila.
- RICHTER, H. & GOMES, A.V. Programa de curso de microtécnica. s.n.t. mimeo.